



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Medicina Veterinaria**

**Estudio de la dinámica de crecimiento del cuy mejorado en  
condiciones intensivas de producción**

Trabajo de Integración Curricular  
previo a la obtención del título de  
Médico(a) Veterinaria

**AUTORA:**

Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez

**DIRECTOR:**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán PhD.

Loja – Ecuador

2023

Educamos para **Transformar**

## **Certificación**

Loja, 23 de septiembre de 2022

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estudio de la dinámica de crecimiento del cuy mejorado en condiciones intensivas de producción**, previo a la obtención del título de **Médica Veterinaria**, de autoría del estudiante **Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez**, con cédula de identidad Nro. **1105232654**, vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105232654

**Fecha:** 17 de mayo del 2023

**Correo electrónico:** [nicoll.rodriguez@unl.edu.ec](mailto:nicoll.rodriguez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0994053437

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez**, declaro ser autor/a del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estudio de la dinámica de crecimiento del cuy mejorado en condiciones intensivas de producción**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, diez y siete días del mes de mayo del dos mil veintitrés.



**Firma:**

**Autor:** Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez

**Cédula:** 1105232654

**Dirección:** Loja, Ecuador

**Correo electrónico:** [nicoll.rodriguez@unl.edu.ec](mailto:nicoll.rodriguez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0994053437

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios que ha sido mi principal inspiración durante el transcurso de toda mi carrera.

A mi madre Carmen Jiménez quien es el pilar más importante en mi vida, la mujer que nunca se rindió conmigo y que me ha dado su amor infinito; a ella que a pesar de los obstáculos en su vida se ha esforzado por brindarme lo mejor y más que ha podido sin pedir nada a cambio, a ella por ser un símbolo de comprensión y afecto que me ha motivado a mejorar y seguir mis sueños.

A mi hermano y abuela por sus constantes ánimos y cálidos afectos que me han acompañado durante toda mi vida y me han permitido seguir avanzando a cumplir mis metas.

A mi padrastro por apoyar a mi madre en mi crianza y darme su afecto incondicional.

A mis tíos/as, primos/as y familiares por impulsarme a mejorar cada día y no rendirme.

*Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez*

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento inmenso a la Universidad Nacional de Loja, a toda la planta docente que me han facilitado mi trabajo y han sido parte de todo el proceso de elaboración de mi proyecto de titulación; en especial al doctor Rodrigo Abad, mi tutor y asesor que gracias a su conocimiento y perseverancia me ha impulsado a culminar.

Además, quiero agradecer a los técnicos y trabajadores de la Finca Experimental Punzara quienes fueron de gran ayuda durante el cumplimiento del trabajo de campo y de manera especial a la doctora Rocío Herrera.

Y por último y no menos importante a mis amigos y compañeros, futuros colegas que han contribuido de una manera especial a lo largo de mi carrera.

*Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
Índice de anexos .....	xi
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1 Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>5</b>
4.1. Crecimiento y desarrollo del cuy .....	6
4.1.1. Factores que influyen en el crecimiento .....	7
4.2. Modelización de curva de crecimiento en animales .....	8
4.2.1. Curva de crecimiento o ganancia acumulativa de peso .....	8
4.3. Parámetros productivos del cuy mejorado .....	11
<b>5. Metodología</b> .....	<b>12</b>
5.1. Área de estudio .....	12
5.2. Procedimiento .....	13
5.2.1. Enfoque metodológico .....	13
5.2.2. Diseño de la investigación .....	13
5.2.3. Descripción del Material Experimental .....	13
5.2.4. Variables de estudio .....	13
5.2.5. Medición de las Variables.....	13
5.2.6. Procesamiento y análisis de datos .....	14
5.2.7. Consideraciones éticas .....	15
<b>6. Resultados</b> .....	<b>16</b>
6.1. Pesos .....	16
6.2. Comparación de modelos estadísticos .....	18
6.3. Parámetros productivos del cuy mejorado .....	22
<b>7. Discusión</b> .....	<b>26</b>
7.1. Comparación de modelos estadísticos .....	26
7.2. Curva de crecimiento .....	28
7.3. Pesos y parámetros productivos.....	28
<b>8. Conclusiones</b> .....	<b>30</b>

<b>9.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>33</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos. ....</b>	<b>37</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Parámetros productivos del cuy. ....	11
<b>Tabla 2.</b>	Pesos promedios $\pm$ desviación estándar; número de observaciones entre paréntesis de los cuyes mejorados bajo condiciones intensivas de producción.....	16
<b>Tabla 3.</b>	Coefficientes estimados para Brody, Gompertz, logístico y von Bertalanffy en cuyes mejorados.....	18
<b>Tabla 4.</b>	Porcentaje de madurez a los 63, 91, 105, 119 y 147 días de edad de los cuyes.	22
<b>Tabla 5.</b>	Parámetros productivos de los cuyes mejorados, desde los 21 a 147 días de edad. .....	22

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	Mapa de la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.	13
<b>Figura 2.</b>	Curva de crecimiento en hembras y machos en diferentes edades. ....	17
<b>Figura 3a.</b>	Curva de crecimiento de las hembras comparando los cuatro modelos con los valores observados a las diferentes edades .....	19
<b>Figura 3b.</b>	Curva de crecimiento de los machos comparando los cuatro modelos con los valores observados a las diferentes edades. ....	20
<b>Figura 4.</b>	Residuos para el modelo Brody, Gompertz, logístico y von Bertalanffy. ....	21
<b>Figura 5.</b>	Conversión alimenticia de los cuyes en los diferentes intervalos de edad. ....	24

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Elaboración y almacenamiento del balanceado.....	37
<b>Anexo 2.</b> Pesaje del balanceado para cada animal.....	37
<b>Anexo 3.</b> Alimentación y pesaje de los cuyes.....	38
<b>Anexo 4.</b> Instalación del sistema intensivo de crianza de cuyes.....	38
<b>Anexo 5.</b> Paquete estadístico SAS .....	39
<b>Anexo 6.</b> Certificación de resumen.....	40

## **1. Título**

**Estudio de la dinámica de crecimiento del cuy mejorado en condiciones intensivas de producción**

## 2. Resumen

La evaluación de curvas de crecimiento en animales permite establecer edades óptimas para el manejo zootécnico adecuado de los animales. El cuy es un animal representativo en el sector rural y tiene una creciente demanda en el mercado andino. El objetivo de esta investigación fue estudiar la dinámica de crecimiento del cuy en condiciones de no limitación de nutrientes, con el fin de evaluar su potencial genético. La investigación se llevó a cabo en la Quinta Experimental “Punzara”, en el Centro I+D+i de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Loja. Se utilizaron cuyes tipo A1, de pelo corto y colores claros, de 21 a 147 días de vida; y se midieron variables como peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Para el ajuste de la curva de crecimiento, se seleccionaron cuatro modelos empíricos no lineales. Según los resultados del  $R^2$ , DES y AIC se determinó que el modelo de Brody presenta un mejor ajuste en hembras y el logístico en machos. Los pesos modelizados permitieron determinar que el porcentaje de madurez de los cuyes, a los 119 días fue superior al 76%. Se concluye que la edad para el empadre en los cuyes tanto en hembras como en machos es a partir de los cuatro meses de edad y la edad óptima para realizar el sacrificio de los cuyes para carne es aproximadamente a las nueve semanas.

**Palabras clave:** modelización de crecimiento, velocidad de crecimiento, madurez orgánica.

## 2.1 Abstract

The evaluation of growth curves in animals allows for determining the optimal ages for appropriate zootechnical management. Guinea pigs are representative animals in the rural sector and have a growing demand in the Andean market. The objective of this research was to study the growth dynamics of guinea pigs under conditions without nutrient limitations to evaluate their genetic potential. The study was conducted at the "Punzara" Experimental Farm, at the Animal Nutrition R+D+i Center of the National University of Loja. Guinea pigs of type A1, with short hair and light-colored fur, aged 21 to 147 days, were used. Various variables such as live weight, feed consumption, weight gain, and feed conversion were measured. Four non-linear empirical models were selected to fit the growth curve. Based on the results of  $R^2$ , DES, and AIC, it was determined that the Brody model had a better fit for females, while the logistic model was more suitable for males. The modeled weights allowed for determining that the guinea pigs reached maturity at a percentage exceeding 76% by 119 days. In conclusion, it was found that the appropriate age for mating guinea pigs, both females and males, is four months, and the optimal age for slaughtering guinea pigs for meat is approximately nine weeks.

**Key words:** growth modeling, growth rate, organic maturity.

## 3. Introducción

El cobayo es un animal representativo por la facilidad y bajo costo. Presenta ventajas en términos de biología y morfología, ya que es de fácil adaptación a los diferentes ecosistemas y tiene un alto valor nutricional en la canal, características que contribuyen de manera positiva al sector rural. La evaluación de las curvas de crecimiento en esta especie radica su importancia en lo antes mencionado y por la escasa información sobre las curvas de crecimiento en cobayos mejorados (cuy criado y seleccionado genéticamente a partir de la evaluación del manejo productivo del cuy criollo) bajo sistemas de producción intensiva, por lo tanto es necesario realizar investigaciones que generen información actualizada sobre a la dinámica de crecimiento mediante la caracterización de diferentes caracteres productivos de esta especie con interés primordial en conocer su desarrollo y edad en la cual presenta un crecimiento total y se mantiene constante su crecimiento (Andrade et al., 2016; López, 2016).

La utilización de diversos modelos matemáticos permite describir la relación entre la edad del animal, su velocidad de crecimiento y su madurez. Sin embargo, el crecimiento animal no sigue una tendencia lineal y está influenciado por diversos factores como el sistema de crianza, genética u otros factores externos. Por lo tanto, es necesario seguir explorando modelos no lineales que permitan estudiar el crecimiento animal. A pesar de la creciente demanda del mercado y la importancia de la producción de cuyes en el sector rural, hay una limitada información en temas relacionados al uso de modelos matemáticos para estimar el crecimiento y sus respectivas curvas. Además, las líneas de cuyes mejorados no se encuentran caracterizadas desde el punto de vista productivo con la utilización de la modelación matemática en la producción animal. Por lo tanto, el desarrollo de un modelo de crecimiento matemático y la descripción de sus curvas ajustadas brinda una oportunidad para describir características importantes, tales como la precocidad, la ganancia diaria, el peso adulto y la madurez en condiciones intensivas de producción (Bavera et al., 2005; Pinto, 2020; Sandoval Alarcón, 2013). Estudios sobre la dinámica del crecimiento son necesarios para que los productores puedan comparar datos y observar edades a las que los cobayos alcanzan la adultez, la edad óptima para el sacrificio de los animales con el máximo beneficio económico y la edad a la que alcanzan la madurez necesaria para realizar el empadre. De esta manera, la crianza de estos animales puede ser productiva y sin pérdidas., Además, en este estudio es relevante el tipo de crianza en el que se mantienen los animales, por lo que los productores observarán el mejoramiento que presentaría implementar un sistema de crianza intensivo y el uso de cobayos mejorados.

En este trabajo de investigación se estudió la dinámica de crecimiento del cuy mejorado, mediante la parametrización de distintos caracteres productivos de los animales, desde el

destete hasta el final del crecimiento, en condiciones de no limitación de nutrientes, a fin de evaluar su potencial genético.

Por lo indicado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el desarrollo del peso vivo de cuyes desde el destete hasta las 20 semanas de vida de los animales
- Determinar el consumo de alimento desde el destete hasta la finalización del crecimiento de cuyes mejorados bajo sistemas intensivos de producción
- Monitorizar la eficiencia de los cuyes durante su etapa de crecimiento.

#### **4. Marco Teórico**

#### **4.1. Crecimiento y desarrollo del cuy**

El crecimiento se refiere al incremento del peso de los animales desde su nacimiento hasta su etapa adulta, mientras que el desarrollo se define como las alteraciones que sufren las proporciones, conformación y composición química corporal y funciones fisiológicas del animal de acuerdo a como va avanzando su edad (Bavera et al., 2005).

Los dos términos son un resultado de un proceso en el que la anatomía y fisiología del animal manifiestan cambios complejos dentro de este, por lo que presenta una transformación a un animal adulto mediante la hiperplasia, hipertrofia, formación y diferenciación de órganos y tejidos. Aunque estos dos procesos de crecimiento y desarrollo se realicen mutuamente, también es probable que el animal se desarrolle sin necesidad de que aumente su peso o viceversa. En cobayos, el crecimiento y engorde se consideran como la etapa de recría y se basan en la nutrición del animal para que este obtenga una proporción de carne apta para ser faenado (Llumiluisa, 2021; Ordoñez, 2016).

Lograr un peso adecuado en cuyes y a una edad temprana para el consumo, depende de algunos factores como la genética, la nutrición, el medio ambiente, el sistema de manejo y la raza del animal. Se conoce que la velocidad del crecimiento de los cuyes es estable durante desde el nacimiento hasta aproximadamente los tres meses de edad y a partir de este momento el crecimiento va volviéndose lento, lo que afecta directamente a la conversión alimenticia. Esta velocidad va a depender en su mayoría de la edad, sexo, raza y el peso adulto del animal y se debe considerar que no todos los tejidos del organismo tienen la misma velocidad de crecimiento y por eso son asimétricos (Aucapiña & Marín, 2016; Llumiluisa, 2021).

En la producción animal existen procesos fisiológicos de gran importancia que se refiere al crecimiento y desarrollo, cuya eficiencia determina si el proceso productivo es eficaz.

Los factores que influyen en esos procesos para determinar la composición corporal, el peso de la canal y la edad en que el animal está listo para ser faenado pueden ser determinados por el genotipo, el clima, el manejo, la alimentación y entre otros (Llumiluisa, 2021).

El crecimiento se replica por medio de funciones matemáticas y curvas de crecimiento que pueden rededir la evolución del peso vivo a través del tiempo y con esto evaluar el nivel de producción (Agudelo et al., 2007).

El crecimiento de un animal puede determinarse a partir de:

1. Curva de crecimiento total: la cual manifiesta el crecimiento como un aumento que se va acumulando durante un período de tiempo prefijado.
2. Aumento de peso por unidad de tiempo: es una expresión que se refiere al promedio de aumento diario resultado de varios animales y se obtiene restando del peso final (Pf) el peso inicial (Pi) y dividir la diferencia por el número de días transcurridos ( $t_f - t_i$ ) entre ambas determinaciones
3. Porcentaje de aumento de peso por unidad de tiempo o ganancia relativa de peso: que se refiere al porcentaje de aumento de peso, se expresa restando el peso final del peso inicial y dividiendo esta diferencia para el peso inicial y multiplicar este resultado por 100 (Ayala, 2018).

#### ***4.1.1. Factores que influyen en el crecimiento***

Como ya se ha mencionado, el crecimiento es un proceso complejo que se ve condicionado por algunos factores;

- Hormona del crecimiento (STH)
- Somatomedinas, hormonas tiroideas T3 y T4
- Andrógenos

- Estrógenos
- Glucocorticoides
- Insulina
- Factores genéticos
- Nutrición (Aucapiña & Marín, 2016).

## **4.2. Modelización de curva de crecimiento en animales**

### **4.2.1. Curva de crecimiento o ganancia acumulativa de peso**

Se describen dos tipos de curvas en el crecimiento animal, la sigmoide y la de crecimiento constante. La curva sigmoide tiene una forma de doble curva que muestra una progresión temporal con niveles bajos al inicio para luego acercarse a un punto máximo y esto va en función del tiempo; en esta se presentan tres etapas; la fase exponencial, fase lineal y fase de senescencia. La curva de crecimiento constante en cambio presenta una aceleración constante en el crecimiento en la mayoría de momentos marcados por el tiempo hasta alcanzar un punto máximo (Castro, 2020).

Dichas curvas de crecimiento van a permitir que se evalúe parámetros como el tamaño del animal, el peso al alcanzar la madurez sexual y la relación entre la tasa de crecimiento con la tasa de maduración sexual; parámetros que solo se evalúan cuando el animal haya finalizado el crecimiento. Para evaluar el crecimiento, se debe usar modelos apropiados que brinden información sobre los parámetros mencionados, sin embargo, las funciones no lineales se han venido usando para describir el crecimiento en peces, aves y mamíferos (Gavica, 2019).

Como se mencionó, el crecimiento se determina a partir de la curva de crecimiento total. Esta muestra una curva sigmoidea que presenta que durante las primeras etapas del crecimiento y el aumento de masa corporal supera a las pérdidas, esta diferencia entre ambas se mantiene constante durante una fase y el incremento de peso con relación a la edad del animal es lineal;

cuando el animal se convierte en adulto las tasas de ganancia y de pérdida presentan una variación en el equilibrio y la curva que representa el crecimiento se convierte en curvilínea.

Por esto, se distingue dos fases diferentes en la curva:

1. Una de autoaceleración al inicio de la vida, donde el crecimiento del animal aumenta en gran medida, lo que se produce con ganancias relevantes de peso en valor total por unidad de tiempo.
2. La segunda parte de la curva determina la fase de auto inhibición (Pinto, 2020).

Por lo general a partir de determinada edad que se reconoce como pubertad, el potencial de crecimiento va disminuyendo y las ganancias de peso realizadas por unidad de tiempo son continuamente pequeñas, que el animal alcance al fin la madurez; en esta etapa la curva es de inclinación decreciente. El punto de inflexión es aquel donde cesa la tasa de crecimiento del animal y sufre un proceso de desaceleración, en animales mayores coincide con la pubertad (Bavera et al., 2005; Posada et al., 2015).

El crecimiento animal puede ser descrito por medio de funciones matemáticas que predicen el desempeño de la evolución del peso vivo; para la determinación de la curva decrecimiento se emplea una de estas funciones matemáticas no lineales, las cuales son capaces de reflejar la relación entre la edad del animal y el impulso propio del individuo para crecer y madurar en su conjunto corporal y el ambiente en el cual estos impulsos están expresados (Vergara Garay et al., 2013). Estas funciones presentan algunos puntos a favor:

- Estas funciones matemáticas permiten realizar evaluaciones sobre el nivel de producción en las empresas ganaderas, pudiendo clasificar de forma sencilla la productividad de una raza específica para una zona determinada y, además, evalúan parámetros biológicamente importantes dependiendo del modelo matemático utilizado.

- Estas funciones también permiten calcular los valores máximos del crecimiento, medios y corrientes, pudiendo determinar las edades de sacrificio que permitan obtener el máximo beneficio económico, teniendo en cuenta que la edad es uno de los factores más decisivos en el peso vivo de los animales.
- Además, provee información que permite realizar programaciones de alimentación, de capacidad de carga y medir cambios genéticos de una generación a otra que estén relacionados con el nivel de producción.

Entre las principales funciones matemáticas no lineales para determinar el comportamiento del crecimiento animal descrito por una curva sigmoidea, están distintos modelos como el de Gompertz en 1825, Verhulst en 1838 conocida como Logística, la de Brody en 1945, la de Von Bertalanffy en 1957, y la de Richards en 1959 (Vergara Garay et al., 2013).

Dichos modelos mencionados utilizan unos parámetros determinativos como la letra  $a$ ,  $k$  y la  $c$ ; cuando los animales alcanzan el peso asintótico o peso maduro que está representado por la letra  $a$ , la tasa del crecimiento empieza un proceso de desaceleración en virtud de distintos procesos biológicos y cuando ocurre esto se determina el punto de inflexión; se refiere al peso adulto del animal cuando el tiempo tiende al infinito. El parámetro  $k$  es el factor de integración que ajusta los valores de peso inicial y generalmente está asociado con el peso al nacimiento (grado de madurez del animal al nacimiento). La letra  $c$  define tasa de madurez en relación al peso maduro y establece la estimativa de la pendiente de una ecuación no lineal; una función entre la máxima tasa de crecimiento y el peso adulto del animal (velocidad de crecimiento), pues cuanto mayor es el valor de  $c$  más rápidamente el animal alcanza su peso a edad adulta (Abreu et al., 2004; Posada et al., 2015).

Algunos aspectos importantes para determinar si el modelo es ideal son los conocidos criterios para la selección y/o jerarquización de modelos no lineales, los que permitirán revisar

de mejor manera cual modelo debería ser usado en comparación con los otros. Entre los criterios tenemos al Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), el cual está definido como la varianza total explicada por los modelos y se expresa en porcentajes; el modelo cuyo valor sea el más alto en este coeficiente va a indicar un mejor ajuste. Otro es el criterio de información de Akaike (AIC), este permite tener en cuenta los cambios de ajuste y las diferencias en el número de parámetros entre dos modelos, el mejor modelo será aquel que presente un valor menor de AIC (Castro, 2020).

### 4.3. Parámetros productivos del cuy mejorado

El cuy mejorado es el animal que, por efecto de selección, presenta un desarrollo muscular bueno y se caracteriza por una óptima conversión alimenticia; se tienen algunas líneas o razas, en las cuales se tiene la línea Perú seleccionada por su precocidad; línea Andina seleccionada por su prolificidad e Inti que es una línea intermedia entre la rapidez de crecimiento de las crías y la prolificidad de las madres (Cedillo & Quizhpi, 2017; Fernández, 2019)

Estos cuyes son grandes productores de carne debido a un alto grado de desarrollo muscular, tienen buena longitud y profundidad, alega a un buen manejo por su temperamento tranquilo (Aucapiña & Marín, 2016).

Las hembras en condiciones adecuadas pueden preñarse constantemente por la aparición del estro inmediatamente después del parto.

Algunos parámetros productivos y reproductivos del cuy se mencionan en la tabla 1.

**Tabla 1.** *Parámetros productivos y reproductivos del cuy.*

<b>Parámetros reproductivos</b>	<b>Índices</b>
Fertilidad	95-98 %
Numero de crías promedio	2-3 animales/parto
Número de partos por año	4-5
Periodo de gestación	67 días

Promedio de ciclo estral	18 días
Fase de proestro dura	1-1.5 días
Fase de estro	8-24 horas
Fase de metaestro	1-1.5 días
Fase de diestro	13-15 días
Madurez sexual en cobayas	4-5 semanas de edad

<b>Parámetros productivos</b>	<b>Índices</b>
Peso al nacimiento	103,3-176 g
Peso al destete	326-204,4 g
Peso promedio a los 56 días	539,8 g
Peso del macho al empadre (112 días)	700g
Peso de la hembra al empadre (112 días)	540 g
Mortalidad en recría	8-10 %
Mortalidad en reproductores	2 %

Parámetros productivos del cuy; Adaptado de (Chicaiza, 2012; Cruz, 2015; Fernández, 2019)

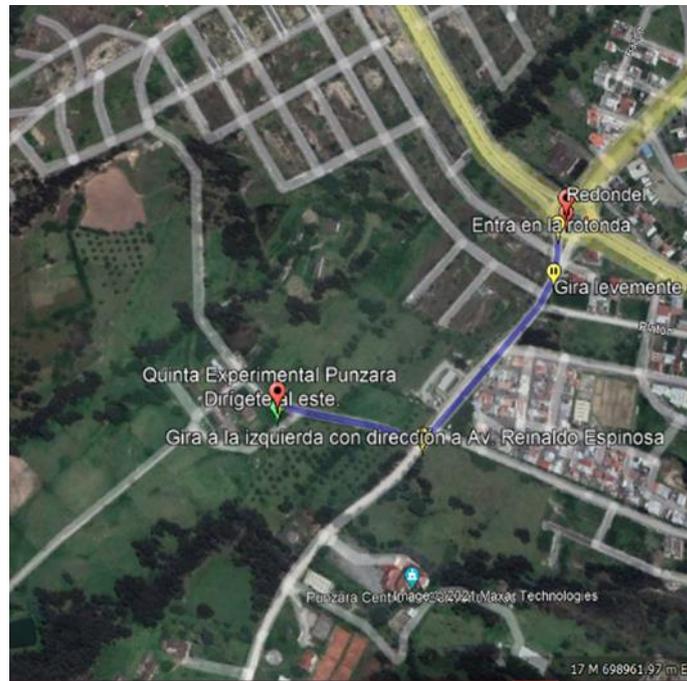
## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en la Quinta Experimental “Punzara”, en el área de experimentación del Centro I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) de Nutrición Animal, la cual se encuentra ubicada al sur oeste de la ciudad de Loja, en los predios de la Universidad Nacional de Loja (Figura 1), al margen derecho de la avenida Reinaldo Espinosa. Las características climatológicas, de acuerdo con INAMHI, se presentan entre las coordenadas:

- 04°02'11" de latitud sur
- 79°12'4" de latitud este
- Temperaturas: 9 a 19°C, temperatura media: 15,8°C
- Precipitación anual: 1066 mm

- Humedad relativa media: 75%
- Formación ecológica: bosque seco-montañoso bajo (Estación Meteorológico La Argelia, 2014).



**Figura 1.** Mapa de la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.

## 5.2. Procedimiento

### 5.2.1. Enfoque metodológico

El enfoque es de carácter cuantitativo.

### 5.2.2. Diseño de la investigación

- El estudio es observacional-descriptivo

### 5.2.3. Descripción del Material Experimental

Para la toma de muestra se trabajó con cuyes mejorados hasta las 20 semanas de edad, de ambos sexos, producidos en un sistema de crianza intensivo (crianza en jaulas, con ambiente semicontrolado, alimentados con dieta balanceada).

### 5.2.4. Variables de estudio

Para el estudio se consideró las siguientes variables; consumo de alimento, peso inicial, peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia.

### 5.2.5. Medición de las Variables

**5.2.5.1. Toma de pesos.** La toma de datos de los pesos se realizó cada quince días con ayuda de una balanza digital comercial (SB32001); la primera toma de pesos se consideró cuando el cuy tuvo 21 días (d) de vida, y posteriormente se realizó cada 15 d hasta que el cuy tuvo 20 semanas de vida (Anexo 3).

**5.2.5.2. Consumo de alimento diario en kg.** Se calculó 15 días el total del alimento ofertado menos el alimento rechazado entre el número de animales expresándolo en kilogramos (kg).

**5.2.5.3. Ganancia diaria de peso.** La ganancia diaria de peso se obtuvo cada quince días dividiendo la ganancia total del peso para los días que duró la investigación, expresado en kg.

**5.2.5.4. Conversión alimenticia.** Se calculó cada 15 días con base en la fórmula:

Peso del alimento consumido/ganancia de peso (kg).

**5.2.5.5. Ganancia de peso total en (kg).** Se obtuvo el peso final de los animales de la diferencia:

Peso final menos el peso inicial expresado en kg.

**5.2.5.6. Alimentación.** Para los cuyes mejorados se llevó a cabo una alimentación integral (Balanceado con Vit C + agua ad libitum) (Anexo 1 y 2). Estas dietas fueron suministradas a los cuyes durante la etapa de crecimiento y engorde de acuerdo a los requerimientos nutricionales de su especie.

Se consideraron las siguientes dietas;

- Dietas para posdestete y primera etapa de crecimiento, con 18% de proteína
- Segunda dieta de crecimiento al 16% de proteína
- Tercera dieta de finalización al 14% de proteína

Todas las dietas mencionadas tuvieron 2800 kilocalorías de energía digestible

### **5.2.6. Procesamiento y análisis de datos**

Para el estudio del ajuste de la curva de crecimiento se seleccionaron cuatro modelos empíricos en función del sexo del cuy (machos y hembras). Los modelos se ajustaron a las series de peso por edad de los animales utilizando el procedimiento para modelos no lineales NLIN del paquete estadístico SAS; en el cálculo de los parámetros de los modelos se utilizó el método de Gauss-Newton (Anexo 5).

Como criterio de decisión del ajuste de la bondad de los modelos se utilizó el valor menor del criterio de información de Akaike (AIC), al igual que el valor menor de la desviación estándar de error (DES) y el valor mayor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Los modelos que se utilizaron son el Logístico, el de Brody, el de Gompertz y el de Van

Bertalanffy. A continuación, se describen las ecuaciones de los modelos no lineales evaluados:

- Logístico:  $Y = A (1+k \exp^{-c^*t})^{-1}$
- Brody:  $Y = A (1-k \exp^{-c^*t})$
- Gompertz:  $Y = A \exp(-k \exp^{-c^*t})$
- von Bertalanffy:  $Y = A (1 - k \exp^{-c^*t})^3$

Donde:

- El parámetro a de los modelos representa el peso adulto del animal cuando el tiempo tiende al infinito.
- El parámetro k es el factor de integración que ajusta los valores de peso inicial y generalmente está asociado con el peso al nacimiento (grado de madurez del animal al nacimiento), no posee otro significado biológico.
- El parámetro c, tasa de madurez, es una función entre la máxima tasa de crecimiento y el peso adulto del animal (velocidad de crecimiento). El componente t de la función representa la edad del cuy en días (S. Posada et al., 2011).

Además, se calculó el porcentaje de madurez (%M) para la producción de cuyes estudiada, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%M = (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t})$$

Dónde:

- El  $\beta_1$  o k es un parámetro de ajuste o factor de integración.
- El  $\beta_2$  o c es un índice de madurez
- %M= porcentaje de madurez observado
- t= tiempo para alcanzar un porcentaje de madurez (Vergara et al., 2017)

### **5.2.7. Consideraciones éticas**

El manejo de los animales se los realizo de acuerdo con el ordenamiento de normas bioéticas internacionales de bienestar animal para animales de experimentación establecidas en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador).

## 6. Resultados

### 6.1. Pesos

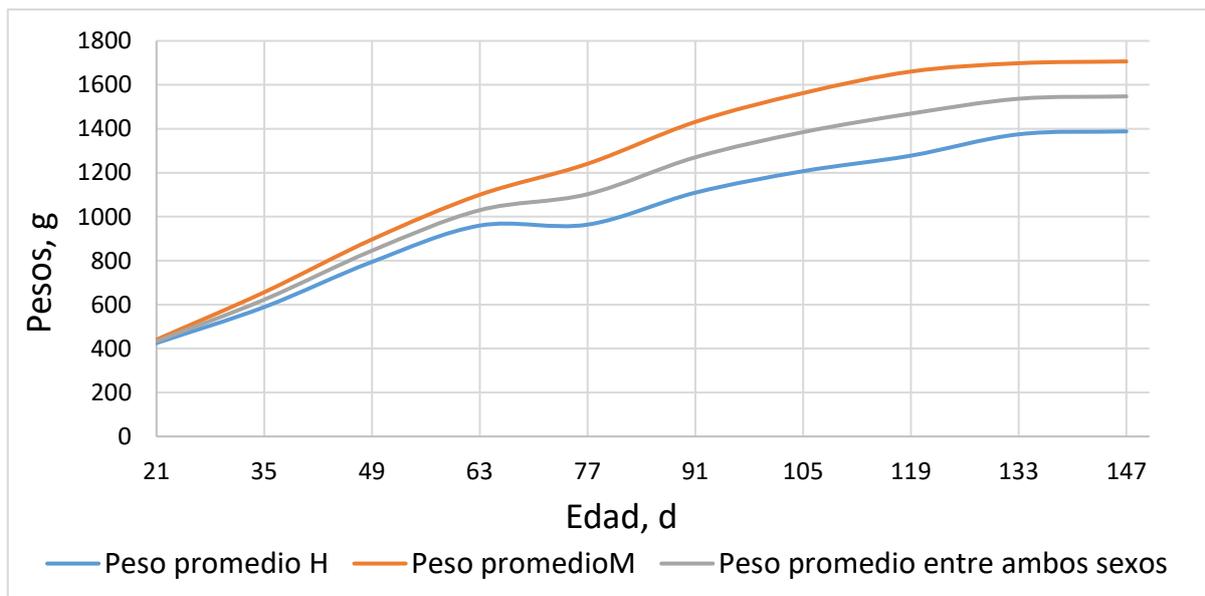
En la tabla 2 se puede apreciar el peso promedio de los cuyes machos y hembras desde los 21 hasta los 147 d de edad y se muestra la diferencia entre los valores de los pesos según la edad y el sexo de los animales.

**Tabla 2.** *Pesos promedios  $\pm$  desviación estándar; número de observaciones entre paréntesis de los cuyes mejorados bajo condiciones intensivas de producción.*

Edad	Sexo	
	Hembras	Machos
21 d	425,1 $\pm$ 61,7(60)	440,8 $\pm$ 77,98(60)
35 d	589 $\pm$ 100,5(60)	656,4 $\pm$ 97,5(59)

49 d	794,5±90,7(51)	896,8±110,3(51)
63 d	959,8±109,7(51)	1100±120,7(51)
77 d	964±125,5(20)	1240,9±149,4(20)
91 d	1109,4±139,6(40)	1431,3±188,0(38)
105 d	1207,2±177,4(40)	1562,4±172,98(38)
119 d	1277,9±169,9(40)	1660,5±177,8(38)
133 d	1375±189,7(40)	1698,4±204,3(38)
147 d	1388,4±191,6(40)	1700±195,9(38)

Los pesos de los cuyes desde los 21 hasta los 147 días de vida se pueden observar en la tabla 2. El peso obtenido a los 21 días de edad fue un 3% mayor en machos que en hembras, al igual que sucede cuando el cuy tiene 147 días, donde los machos presentan un peso superior al de las hembras, en este caso del 22%. Este desarrollo del peso se puede observar en la figura 2, donde se muestra que la curva sigue una forma sigmoide. En cuanto a la desviación estándar, se observa que a medida que el cuy va aumentando su edad, la distribución de datos se vuelve mayormente dispersa y se representan en valores más altos, con la clara diferencia de que en los machos tiende a ser mayor q en las hembras.



**Figura 2.** Curva de crecimiento en hembras y machos en diferentes edades.

## 6.2. Comparación de modelos estadísticos

En la tabla 3 se observa las estimaciones por mínimos cuadrados de los parámetros a, k y c y otros criterios para la selección y/o jerarquización en los que se encuentran; el  $R^2$ , DES y AIC.

**Tabla 3.** Coeficientes estimados para Brody, Gompertz, logístico y von Bertalanffy en cuyes mejorados.

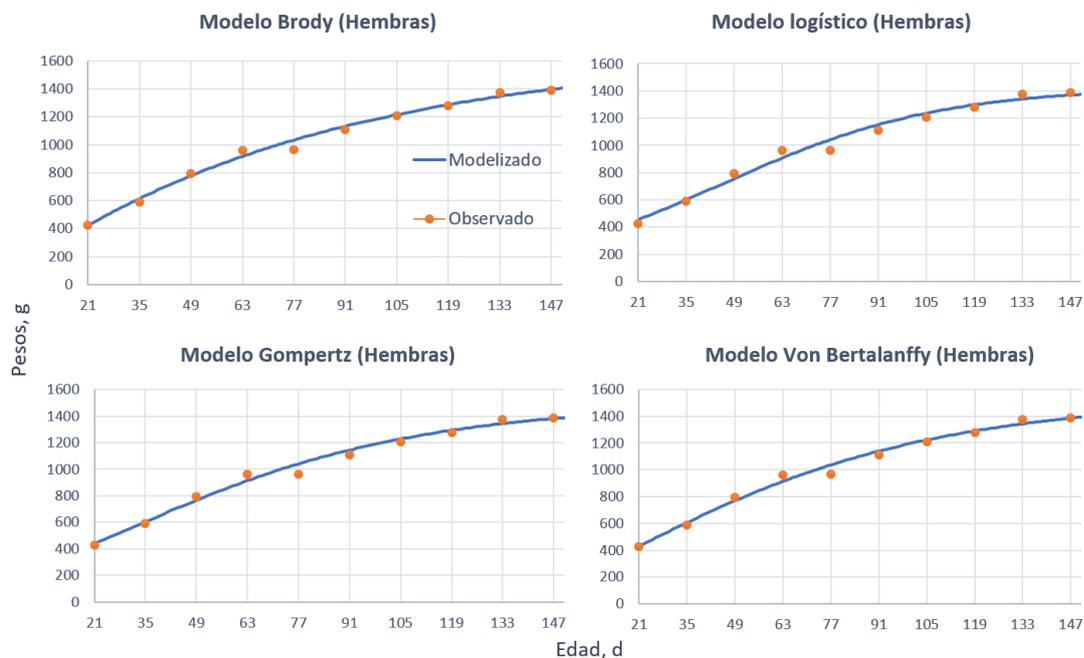
Modelo		Sexo	
		Hembras	Machos
Brody	Peso asintótico (a)	1672,1	2113,6
	Constante de integración (k)	0,96	1,05
	Índice de maduración (c)	0,012	0,013
	$R^2$	0,9818	0,9031
	DES	138,1	150,2
	AIC	1880,7	1869,2
Logístico	Peso asintótico (a)	1425,4	1764,6
	Constante de integración (k)	4,14	6,18
	Índice de maduración (c)	0,03	0,04
	$R^2$	0,9812	0,9862
	DES	140,3	147,7
	AIC	1886,9	1863,1
Gompertz	Peso asintótico (a)	1494,6	1854,5
	Constante de integración (k)	1,95	2,44
	Índice de maduración (c)	0,021	0,025
	$R^2$	0,9816	0,9861
	DES	138,8	147,8
	AIC	1882,8	1863,2
Von	Peso asintótico (a)	1534,2	1909
Bertalanffy	Constante de integración (k)	0,51	0,61
	Índice de maduración (c)	0,019	0,021
	$R^2$	0,9817	0,9861
	DES	138,5	148,7
	AIC	1881,9	1864,4

A=peso asintótico; K= parámetro de integración; c= índice de madurez;  $R^2$ =Coeficiente Determinativo; DES=desviación estándar de error; AIC= criterio de información de Akaike.

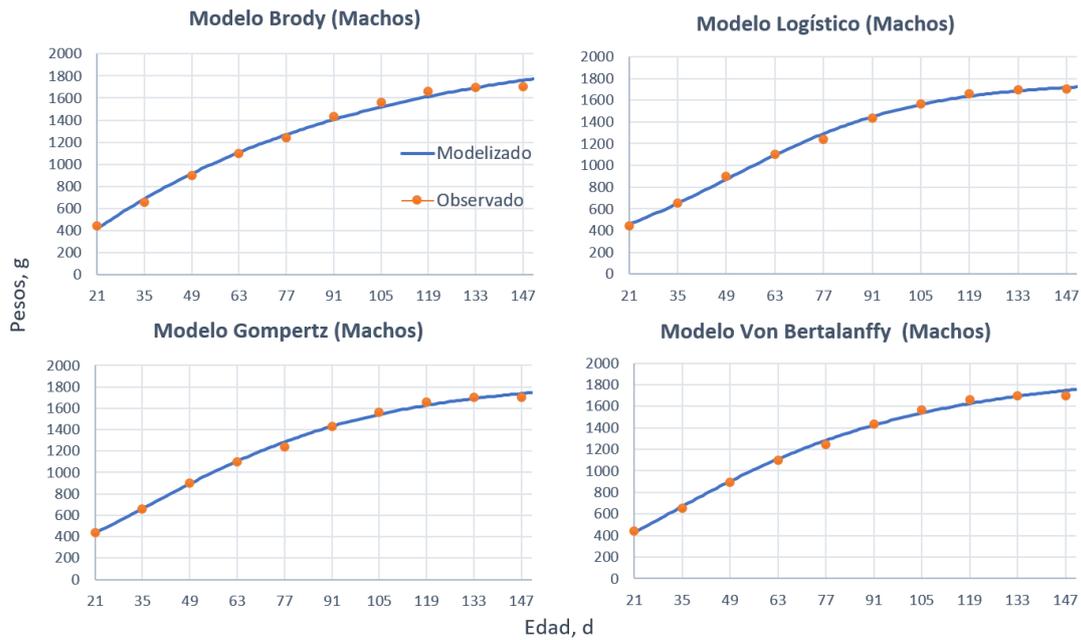
En cuanto al parámetro "a", se observó que el valor más alto lo presentó el modelo de Brody tanto en hembras como en machos, mientras que los valores más bajos se encontraron en el modelo logístico. En cuanto al parámetro "c", se observa que las hembras indican una menor velocidad de crecimiento en comparación con los machos.

Todos los modelos presentan un buen ajuste respecto a los pesos observados; sin embargo, en hembras el modelo de Brody presenta el mayor  $R^2$ , mientras que en machos el mayor valor lo muestra el modelo Logístico. Tanto el DES como el AIC presentan el valor más bajo en hembras y el más alto en machos en el modelo de Brody, y un valor menor en machos con el más alto en hembras en el modelo Logístico.

Sin embargo, como se observa en las figuras 3a y 3b, donde se comparan los pesos de los modelos con los valores observados, se puede apreciar que en todos los modelos en el caso de las hembras hay una subestimación de los pesos en el día 77. El modelo de Brody presenta una mejor estimación de los valores predichos, aunque hace una sobreestimación de los valores en el último intervalo de peso. A diferencia de los demás modelos, es el que mejor se acopla a los datos observados, presentando así un ajuste superior.



**Figura 3a.** Curva de crecimiento de las hembras comparando los cuatro modelos con los valores observados a las diferentes edades.



**Figura 3b.** Curva de crecimiento de los machos comparando los cuatro modelos con los valores observados a las diferentes edades.

De igual manera, en la figura 4 se puede observar la diferencia entre los datos predichos y los datos observados de todos los modelos, tanto en hembras como en machos. Se observa que, en el modelo de Brody, en el caso de los machos, a los 35, 49 y 77 días, hace una sobreestimación de los pesos, mientras que en las hembras esto sucede en los días 21, 35 y 77.

Al considerar el modelo logístico, presenta una descripción similar al modelo de Brody, con la diferencia de que, tanto en hembras como en machos, en el día 21 hay una mayor sobreestimación de los datos en comparación con el modelo de Brody. Sin embargo, el modelo que presenta una dispersión más notable de los datos es el von Bertalanffy, lo cual no permite un ajuste adecuado de los mismos.



**Figura 4.** Residuos para el modelo Brody, Gompertz, logístico y von Bertalanffy.

También se calculó el porcentaje de madurez a los 63, 91, 105, 119 y 147 días para el modelo Brody, que fue el que mejor describió el crecimiento de los cuyes, según se muestra en la fórmula expuesta en la tabla 4.

**Tabla 4.** *Porcentaje de madurez a los 63, 91, 105, 119 y 147 días de edad de los cuyes.*

Edad, días	Porcentaje de madurez corporal, %	
	Hembras	Machos
63	54,8	52,4
91	67,7	66,4
105	72,7	71,8
119	76,9	76,3
147	83,4	83,3

En la tabla 4 se presenta el porcentaje de madurez de los cuyes. A los 63 días, se observa que las hembras tienen un 2,4% más de madurez que los machos, mientras que a los 91 días la diferencia entre hembras y machos es solo del 1,3%. En cuanto a los 105, 119 y 147 días, se puede observar que las hembras presentan un aumento en el porcentaje de madurez con una diferencia menor al 1% en comparación con los machos. En general, a medida que aumenta la edad de los cuyes, también se incrementa el porcentaje de madurez corporal.

### 6.3. Parámetros productivos del cuy mejorado

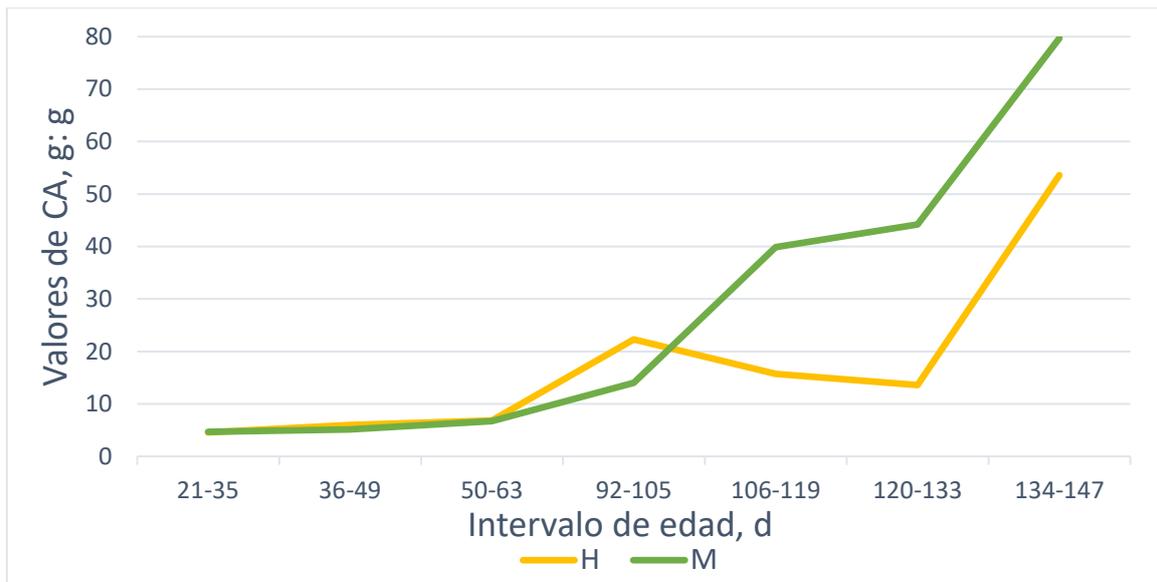
En la tabla 5 se presentan los parámetros productivos de los cuyes machos y hembras en diferentes intervalos de edad. El gráfico 5 muestra los valores de conversión alimenticia en diferentes edades.

**Tabla 5.** *Parámetros productivos de los cuyes mejorados, desde los 21 a 147 días de edad.*

Ítem	Sexo		EEM <sup>1</sup>	P-valor
	Hembras	Machos		
<i>21 a 35, d (n=)</i>				
CMD, g	56,3	60,5	1,646	0,07

GMD, g	12,1	15,2	0,472	<0,001
CA, g: g	4,57	4,68	0,497	0,87
<i>36 a 49, d</i>				
CMD, g	78,8	86,2	1,49	<0,001
GMD, g	13,8	17,1	0,47	<0,001
CA, g: g	5,99	5,14	0,16	<0,001
<i>50 a 63, d</i>				
CMD, g	87,0	93,6	1,48	0,002
GMD, g	11,8	14,5	0,46	<0,001
CA, g: g	6,86	6,71	0,34	0,76
<i>92 a 105, d</i>				
CMD, g	88,5	103,6	2,09	<0,001
GMD, g	7,05	9,36	1,06	0,12
CA, g: g	22,3	14,04	3,95	0,14
<i>106 a 119, d</i>				
CMD, g	91,02	112,3	2,28	<0,001
GMD, g	5,25	7,01	1,01	0,22
CA, g: g	15,7	39,9	15,1	0,25
<i>120 a 133, d</i>				
CMD, g	96,1	115,3	2,32	<0,001
GMD, g	7,24	2,71	1,02	0,002
CA, g: g	13,6	44,2	16,45	0,19
<i>134 a 147, d</i>				
CMD, g	71,8	79,7	1,58	<0,001
GMD, g	1,34	0,10	0,92	0,34
CA, g: g	53,6	79,7	41,1	0,84

1 Error estándar de la media; CMD= consumo medio diario; GMD= ganancia media diaria, C.A= conversión alimenticia.



**Figura 5.** Conversión alimenticia de los cuyes en los diferentes intervalos de edad.

En la tabla 5 se realiza un análisis de varianza comparando los parámetros productivos por sexo en diferentes intervalos de edad. En el período de 21 a 35 días, se observa que los machos presentan una GMD superior ( $P=<0,001$ ) en un 25% con respecto a las hembras. En el caso del consumo de alimento, el CMD tiende a ser superior ( $P=0,07$ ) en un 7% en los machos en comparación con las hembras, mientras que para la conversión alimenticia no se detectan diferencias significativas ( $P=0,87$ ), siendo la media de 4,62. En cuanto al período de 36 a 49 días, el CMD y la GMD son superiores ( $P=<0,001$ ) en un 9% y 23%, respectivamente, en los machos en comparación con las hembras, mientras que para la CA se observa una cifra superior ( $P=<0,001$ ) en las hembras en un 16% en relación con los machos. En cambio, en el período de 50 a 63 días se observa que el CMD es mayor ( $P=0,002$ ) en un 7% en machos en comparación con las hembras, la GMD muestra una cifra más elevada ( $P=<0,001$ ) en un 22% en los machos en relación con las hembras, mientras que la CA no presenta una diferencia significativa ( $P=0,76$ ). En los períodos de 92 a 105 días y de 106 a 119 días, tanto la GMD como la CA no presentan diferencias significativas ( $P=0,12$ ;  $P=0,14$ ) y ( $P=0,22$ ;  $P=0,253$ ), respectivamente, mientras que el CMD en el primero es un 17% mayor ( $P=<0,001$ ) en machos que en hembras y en el segundo es un 23% mayor ( $P=<0,001$ ) en machos que en hembras. En el período de 120 a 133 días, el CMD manifiesta una cifra elevada ( $P=<0,001$ ) en un 20% más en machos que en hembras, mientras que la GMD presenta un valor más alto en un 62% en hembras en relación con los machos ( $P=0,002$ ) y la CA no presenta diferencias significativas ( $P=0,19$ ) entre ambos sexos. Por último, en el período de 134 a 147 días, solo el CMD presenta una diferencia significativa ( $P=<0,001$ ) en un 11% más en machos que en hembras, mientras que la GMD y la

CA no presentan diferencias significativas ( $P=0,33$ ;  $P=0,84$ ), respectivamente, entre ambos sexos.

## 7. Discusión

### 7.1. Comparación de modelos estadísticos

En una investigación de Noguera et al. (2008), se realizó una comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes. En ambos sexos, los modelos presentaron altos coeficientes de determinación, siendo el modelo de Brody el que presentó los valores más altos. En el presente estudio, se encontró que el modelo de Brody se ajustó mejor a los datos en hembras, mientras que en machos el modelo Logístico mostró un mejor ajuste. En este caso, el sexo sí interviene para determinar el mejor ajuste de los modelos.

En cuanto al AIC, se encontró que el modelo de Brody presenta el valor más bajo en hembras, mientras que el modelo logístico obtuvo el valor más bajo en machos. En el estudio de Noguera et al. (2008), los machos y hembras que presentaron el menor valor de AIC fueron para el modelo Brody, con 8623,9 g y 4686,08 g, respectivamente. Esto sugiere que el modelo de Brody se ajusta mejor a los datos en general, a pesar de que el modelo Logístico también mostró un buen ajuste. Por lo tanto, al considerar los resultados de  $R^2$ , DES y AIC, se concluye que el modelo de Brody se adapta mejor en hembras, mientras que el modelo Logístico es más adecuado para machos. Ambos modelos son los que mejor se adaptan a los datos y son útiles para describir las curvas de crecimiento en cuyes de manera no lineal.

En concordancia con Sharif et al. (2021), Simanca et al. (2017), se encontró que el modelo no lineal de Brody fue el que presentó el mejor ajuste para estimar las curvas de crecimiento en todas las categorías de rumiantes menores.

Respecto al porcentaje de madurez a los 91 días que se observó en el presente estudio, no se encontró información sobre la madurez a esta edad en la literatura consultada. Sin embargo, Llumiluisa (2021) determinó que los cuyes tipo A1 logran un mejor desarrollo de las medidas del crecimiento alométrico a los 90 días de vida. Por otra parte, Burgos et al. (2010) encontraron que los individuos que nacen al segundo y tercer parto presentan mayores pesos a los 90 y 120 días, lo que los hace más eficientemente productivos ya que la mayoría de cambios en la composición de la canal ocurren entre el nacimiento y el 75% de madurez. Esto demuestra la importancia de un porcentaje de madurez orgánica en las madres reproductoras, ya que esto influye directamente en las crías. En su estudio sobre estimaciones de las tasas de maduración y las masas en la madurez de los componentes corporales de las ovejas, Jenkins y Leymaster (1993) mencionan que hasta el 75% de madurez se espera que los diferentes órganos y huesos

hayan alcanzado su tamaño maduro con una máxima cantidad de músculo sin acumulación de grasa, lo que da lugar a carnes más tiernas y jugosas. En la investigación de Remache (2016) sobre la progresión de la calidad de la canal, vísceras, pH y color de la carne de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad, se menciona que el contenido de grasa es menor a los 3 meses que a los 4 y 6 meses, lo que sugiere que el faenamiento de los animales a temprana edad puede resultar en una mejor calidad de la canal.

En lo referente al porcentaje de madurez a los 119 días en esta investigación, se muestra un porcentaje mayor al 75%, valor superior al reportado por Burgos et al. (2010), donde se encontró que a los 120 días de edad se presentaron porcentajes superiores al 72,89%. La madurez a los 120 días es una variable importante en la producción de cuyes, dado su impacto en el crecimiento y las variables reproductivas como la edad al primer servicio. El porcentaje de madurez debe ser mayor al 70% para alcanzar la madurez orgánica necesaria para empezar la reproducción, lo que afecta directamente el desarrollo y acabado final de las crías y el tamaño de la camada. Sin embargo, este mismo porcentaje debe ser menor al 75% en caso de animales destinados al sacrificio para evitar la acumulación de grasa. Según Ramírez et al. (2009), en su investigación sobre el crecimiento de hembras cruzadas en el trópico colombiano, estas alcanzan mayores porcentajes de madurez en menos tiempo podrán comenzar su vida reproductiva en menos tiempo, lo que puede llevar a mejores parámetros reproductivos.

En consecuencia, el porcentaje de madurez es una referencia sobre la edad óptima del empadre. Según el Manual de crianza y producción de cuyes con estándares de calidad del MAGAP (2014), es recomendable que las hembras pesen de 800 a 1.400 g y tengan entre 8 y 16 semanas de edad para el empadre. En cuanto a los machos mejorados, deben pesar entre 1 y 1,5 kg y estar de 10 a 16 semanas de edad.

Vivas (2013) menciona que las hembras alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los tres meses de edad, o cuando llegan al 60% del peso adulto, mientras que en los machos es necesario esperar hasta los cuatro meses de edad y que pesen más de 600 g. Estos datos son coincidentes con los presentados por Ojeda (2017) en su trabajo sobre la producción y manejo de cuyes y Usca et al. (2022) en el manejo general en la cría del cuy. Según estos autores, el inicio de la vida reproductiva en las hembras debe ser de tres a cuatro meses y con un peso de 650 g, mientras que en los machos se debe esperar hasta los cuatro o cinco meses y que pesen al menos 750 g. Es importante esperar hasta que los animales alcancen esta edad y peso, ya que,

si se los sometiera a la reproducción antes, las hembras tendrían una capacidad maternal limitada.

## **7.2. Curva de crecimiento**

En la investigación realizada por Reynaga (2018), donde se evaluaron sistemas de alimentación mixta e integral de cuyes de raza Perú, Andina e Inti, se observa una curva diagonal desde el destete realizado a los 15 días hasta los 63 días de edad de los cuyes, en comparación con la curva sigmoide observada en este estudio. Esta diferencia puede deberse a la falta de datos registrados en esta investigación, ya que a partir de los 119 días se nota una desaceleración en el aumento de peso de los animales.

En cuanto a los modelos de curvas de crecimiento, Noguera et al. (2008) mencionan en sus gráficos que el modelo de Brody tiende a subestimar el peso al nacimiento y sobreestima el peso maduro, independientemente del sexo de los animales, a diferencia de los otros modelos empleados que hacen predicciones bastante aproximadas del peso de los animales a través del tiempo. Sin embargo, demuestran que el mejor modelo no lineal para describir curvas de crecimiento en cuyes es el Brody, debido a su alto coeficiente de determinación. Estos resultados concuerdan con los mencionados en este estudio, donde el modelo de Brody muestra una mejor estimación de los valores predichos, aunque hace una sobreestimación de los valores en el último intervalo de peso.

En el estudio de Llumiluisa (2021), se observa una curva sigmoide de crecimiento de los datos desde el nacimiento hasta los 105 días de edad, lo que concuerda con la curva observada en esta investigación

## **7.3. Pesos y parámetros productivos**

El peso registrado a los 21 días es mayor que el presentado en la misma investigación de Reynaga (2018), en la cual se presentó un peso de 305,63 g, mostrando una diferencia de 127,32 g. La GMD y el CMD en la investigación de Reynaga de los 15 a 63 días fueron menores, presentando valores de 13,07 g y 39,43 g, respectivamente, en comparación con este trabajo de 21 a 63 días que presentó 14,08 g y 77,07 g, respectivamente, con una diferencia de 1,01 g y 37,63 g, respectivamente. En cuanto a la CA, en el mismo estudio representa un valor menor con 3,04 de los 15 a 63 días, a diferencia del 5,66 observado en este estudio de los 21 a 63 días

Cedillo y Quizhpi (2017), en su investigación sobre la caracterización zoométrica, parametría productiva y reproductiva del cuy criollo reportaron pesos menores a los 30 días en comparación con este estudio a los 35 días, presentando una diferencia de 284,4 g debido a los 5 días adicionales. A los 90 días, en la investigación de Cedillo y Quizhpi, el peso medio fue menor que en el presente estudio con 602 g, una diferencia considerable, especialmente en los cuyes provenientes de Azuay y Cañar, que fueron los que adquirieron menos peso en relación con el cuy mejorado de raza Perú. Comparando los registros de esta investigación, el cuy mejorado de raza Perú solo muestra 343 g menos en la ganancia de peso a los 90 días, a pesar de que en ambos estudios se criaron cuyes en jaulas, aunque con diferencias en el suministro de alimento.

Los pesos registrados en esta investigación a los 49 días fueron mayores que los obtenidos por Aucapiña & Marín (2016), quienes registraron un peso de 658,3 g a los 45 días, presentando una diferencia de 182,35 g. Sin embargo, a los 102 días, el peso registrado en esta investigación fue menor en comparación con el de Aucapiña y Marín, quienes reportaron un peso de 1465,8 g, presentando una diferencia de 81 g a pesar de que solo hay una diferencia de tres días entre los registros, lo que puede deberse a las condiciones de manejo. En cuanto a la GMD, se observa un promedio de 14,17 g/día en los 45 a 102 días en el estudio de Aucapiña y Marín, un valor más elevado que los datos registrados en esta investigación que reflejan una GMD promedio de 10,68 g/día en los 50 a 105 días con una diferencia de 3,49 g entre ambos estudios.

En la investigación de López (2016), donde se evaluaron tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo de cuyes de las razas Inti, Andina y Perú, el peso promedio a los 21 días fue de 293 g, siendo menor en comparación con este estudio y presentando una diferencia de 140 g. Sin embargo, a los 90 días, se observó un peso promedio en la línea Perú de 1239,4 g, lo cual es bastante similar al de este estudio y presenta una diferencia de tan solo 31 g.

El estudio de Llumiluisa (2021) reportó pesos promedio de 915,18 g en hembras y 1053,96 g en machos a los 60 días, y 1324,53 g en hembras y 1488,59 g en machos a los 105 días. Estos valores tienen una relación cercana con los valores obtenidos en este estudio.

En la investigación de Pinto (2020), se compararon dos modelos matemáticos en la evaluación del crecimiento de cuyes de las razas Andina y Perú, y se registraron pesos de 706,16 g en hembras y 816,64 g en machos a los 63 días. Estos valores son inferiores a los obtenidos

en esta investigación, donde se registraron pesos de 403,24 g en hembras y 614,66 g en machos. Por otro lado, en la investigación de Reynaga (2018) en la raza Perú, se reportaron pesos de 1001,13 g, lo cual es mayor a los pesos registrados en esta investigación con una diferencia de 269,22 g. En general, estas investigaciones junto con la presente, muestran que, a los 63 días de edad, los cuyes han alcanzado pesos cercanos a los 1000 g, que son los ideales para el consumo. Vivas, J (2013) menciona que los cuyes se engordan hasta que alcanzan un peso vivo de unos 750-850 g, que es el tamaño que requiere el mercado. Sin embargo, los cuyes ideales para el consumo son los que tienen un peso de 1000 g a los 3 meses, lo cual difiere de los resultados de esta investigación, donde los cuyes alcanzan este peso a las 9 semanas de edad. Por otro lado, Usca et al. (2022) mencionan que los cuyes salen al mercado a las 10 semanas con un peso de unos 900 g, un valor de peso menor que el registrado en esta investigación, donde a las 9 semanas (63 días), los cuyes presentan un peso promedio de 1029,9 g.

Se observó que las hembras alcanzan la madurez a edades más tempranas que los machos, mientras que los machos presentan un peso adulto más elevado. Además, en comparación con las hembras, los machos crecieron más rápidamente, como también se observó en el estudio de Vergara et al., (2017) sobre la utilización del modelo Brody para describir el crecimiento de dos grupos raciales de ovinos en Córdoba. Esto se debe a la mayor potencia de los andrógenos con respecto a los estrógenos en la estimulación del crecimiento.

## **8. Conclusiones**

El crecimiento de los cuyes se ajusta a modelos sigmoides siendo el modelo de Brody y el Logístico los que mejor describen el desarrollo de los animales y en donde las mayores velocidades de crecimiento se consiguen hasta las nueve semanas de edad, luego de lo cual los animales reducen su ganancia media diaria hasta conseguir sus pesos adultos.

Los animales consumen en promedio 58 g/d a los 21 días, incrementándose hasta los 106 días de edad con un consumo promedio de 102 g/d.

Hasta las nueve semanas de edad los animales mantienen una conversión aceptable para la producción de carne (6,71); animales sobre las 12 semanas muestran conversiones altas que generarían producciones económicamente insostenibles. Por lo tanto, la edad óptima para realizar el sacrificio de los cuyes, en la producción de carne, sería aproximadamente a las nueve semanas, pudiendo ser una semana más temprano en los machos y una semana más tardío en las hembras.

## **9. Recomendaciones**

Los resultados de este estudio sugieren la necesidad de actualizar las edades óptimas para el empadre de cuyes, estableciéndose en aproximadamente cuatro meses de edad, lo que permitiría optimizar recursos y generar sistemas de producción sostenibles.

Además, se recomienda realizar el sacrificio de los cuyes para carne a las nueve semanas de edad, momento en el que aún muestran una adecuada eficiencia alimenticia y su crianza sigue siendo económicamente sostenible.

## 10. Bibliografía

- Abreu, G., Cobuci, K., M., da S., & Sereno, J. (2004). *Uso de modelos no lineales para el ajuste de la curva de crecimiento de bovinos pantaneiros.*
- Agudelo, D., Ceron, M., & Restrepo, L. (2007). Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal Modeling of growth functions applied to animal production. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 157–173. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324133>
- Andrade, V., Fuentes, I., Vargas, J., Lima, R., & Jácome, A. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *Revista Electronica de Veterinaria*, 17(1). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63646008003.pdf>
- Aucapiña, C., & Marín, Á. (2016). “Efecto de a extirpación de Las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%)” [UNIVERSIDAD DE CUENCA]. In *Universidad de Cuenca*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24782/3/1.TESIS CUYES.pdf>
- Ayala, C. (2018). Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales*, 34–42. [http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5\\_a05.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5_a05.pdf)
- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). Crecimiento, Desarrollo Y Precocidad Conceptos De Crecimiento Y Desarrollo Animal. In *Cursos de Producción Bovina de Carne*. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Burgos, W., Solarte, C., & Cerón, M. (2010). Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcell us Rodentia: caviidae*). *Revista Lasallista de Investigación*, 7(2), 47–55. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/151>
- Castro, A. (2020). *Selección y ajuste de modelos no lineales: aplicaciones al crecimiento animal* [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA]. <http://repositorio.uach.mx/328/1/Tesis.pdf>
- Cedillo, J., & Quizhpi, J. (2017). *Caracterización Zoométrica, Parametría Productiva y Reproductiva de dos ecotipos de Cuy Criollo provenientes de la provincia de Azuay y Cañar a través de la conformación de núcleos exsitu y su comparación con una línea mejorada”* [UNIVERSIDAD DE CUENCA]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28765/1/Tabajo de titulacion.pdf>
- Chicaiza, W. (2012). *Determinacion de parámetros productivos con el uso de factor de*

- transferencia en la etapa de crecimiento - engorde en cuyes (Cavia porcellus)* [UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/651/1/T-UTC-0519.pdf>
- Cruz, E. (2015). “Evaluación de diferentes niveles de bioestimulante y reconstituyente orgánico natural en *Cavia porcellus* (cuyes) en la etapa de crecimiento y engorde” [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. In *Tesis de grado; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Ciencias Pecuarias; Carrera de Ingeniería Zootécnica*. [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5247/1/TESIS\\_JAVIER\\_CRUZ.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5247/1/TESIS_JAVIER_CRUZ.pdf)
- Fernández, A. E. (2019). *Factores que influyen en el desempeño reproductivo de cuyes (Cavia porcellus) mejorados en una granja comercial del cantón Sigüig de la provincia del Azuay*. [UNIVERSIDAD DE CUENCA]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32635/1/TrabajoTitulación..pdf>
- Gavica, E. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD]. [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52139/1/T-110070\\_GAVICA\\_EVELYN.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52139/1/T-110070_GAVICA_EVELYN.pdf)
- Jenkins, T., & Leymaster, K. (1993). *Estimates of Maturing Rates and Masses at Maturity for Body Components of Sheep*. 71, 2952–2957.
- Llumiluisa, P. (2021). *Determinación de la curva de crecimiento morfológico, para la medición de la edad en el cuy (Cavia porcellus) tipo A1, en el Centro Experimental Uyumbicho* [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD]. [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25038/1/UCE-FMVZ-SUB-MORENO\\_JONATHAN.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25038/1/UCE-FMVZ-SUB-MORENO_JONATHAN.pdf)
- López, R. (2016). “Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el Rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú” [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD]. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23318/1/Tesis\\_52\\_Medicina\\_Veterinaria\\_y\\_Zootecnia\\_-CD\\_409.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23318/1/Tesis_52_Medicina_Veterinaria_y_Zootecnia_-CD_409.pdf)
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. (2014). Manual de crianza y producción de cuyes. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca*, 20. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Manual-para-la-crianza-del-cuy.pdf>
- Noguera, R. R., Pereira, R. L., & Solarte, C. E. (2008). *Comparación de modelos no lineales*

- para describir curvas de crecimiento en cuyes (Cavia porcellus) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio.* 20(5). <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321440737005.pdf>
- Ojeda, P. S. (2017). *La producción y manejo de cuyes en la Asociación de Productores Agrícolas San Isidro de Angamarquillo, parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.* [http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/407/1/TESIS PEDRO OJEDA FINAL.pdf](http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/407/1/TESIS_PEDRO_OJEDA_FINAL.pdf)
- Ordoñez, E. (2016). “*Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja*” [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12731/1/UPS-CT006601.pdf>
- Pinto, P. (2020). Comparación de dos modelos matemáticos en la evaluación del crecimiento de cuyes cavia porcellus de las razas andina y perú en la irrigación san camilo arequipa. 2019-2020 [Universidad Católica de Santa María]. In *Universidad Católica de Santa María*. <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3744>
- Posada, S., Solarte, C., & Noguera, R. (2015). *Efecto de la línea genética y el sexo sobre el crecimiento en cuyes (Cavia porcellus).* 27(1). [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13642/1/PosadaSandra\\_2015\\_EfectoLineaGeneticaSexo.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13642/1/PosadaSandra_2015_EfectoLineaGeneticaSexo.pdf)
- Ramírez, E., Cerón, M., Herrera, A., Vergara, O., Arboleda, E., & Restrepo, L. (2009). Crecimiento de hembras cruzadas en el trópico colombiano. *Revista Colombiana de Cardiología*, 22, 642–647.
- Remache, R. (2016). *PROGRESIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL, VÍSCERAS, pH Y COLOR DE LA CARNE DE CUY A LOS 3, 4 Y 6 MESES DE EDAD.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- Reynaga, M. (2018). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (Cavia porcellus) de las razas Perú, Andina e Inti [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA]. In *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
- Sandoval Alarcón, H. F. (2013). *Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5224>
- Sharif, N., Ali, A., Mohsin, I., & Ahmad, N. (2021). *Evaluation of nonlinear models to define growth curve in Lohi sheep.* 205(September), 106564. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106564>

- Simanca, J., Vergara, O., & Bustamante, M. (2017). Descripción del crecimiento de ovinos criollos (*Ovis aries*) en dos poblaciones de Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 22(3), 6310–6319. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1135>
- Usca, J., Flores, L., Tello, L., & Navarro, M. (2022). *Manejo general en la cría del cuy* (Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Vergara Garay, O. D., Flórez Murillo, J. M., Hernández Pérez, M. J., Arboleda Zapata, E. M., & Calderón Rangel, A. (2013). Descripción del crecimiento de cuatro cruces bovinos mediante la utilización del modelo Brody. *Livestock Research for Rural Development*, 25(6), 4.
- Vergara, O. D., Hincapié, L. C., Vallejo, D. A., Simanca, J. C., & Bustamante, M. de J. (2017). Utilización del modelo Brody para describir el crecimiento de dos grupos raciales de ovinos en Córdoba, Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*, 11(1), 01–12. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.1.1>
- Vivas, J. (2013). Especies alternativas manual de crianza de cobayos. In *Repositorio UNA* (Vol. 1, Issue 1). <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>

## 11. Anexos.

### Anexo 1. Elaboración y almacenamiento del balanceado.



### Anexo 2. Pesaje del balanceado para cada animal.



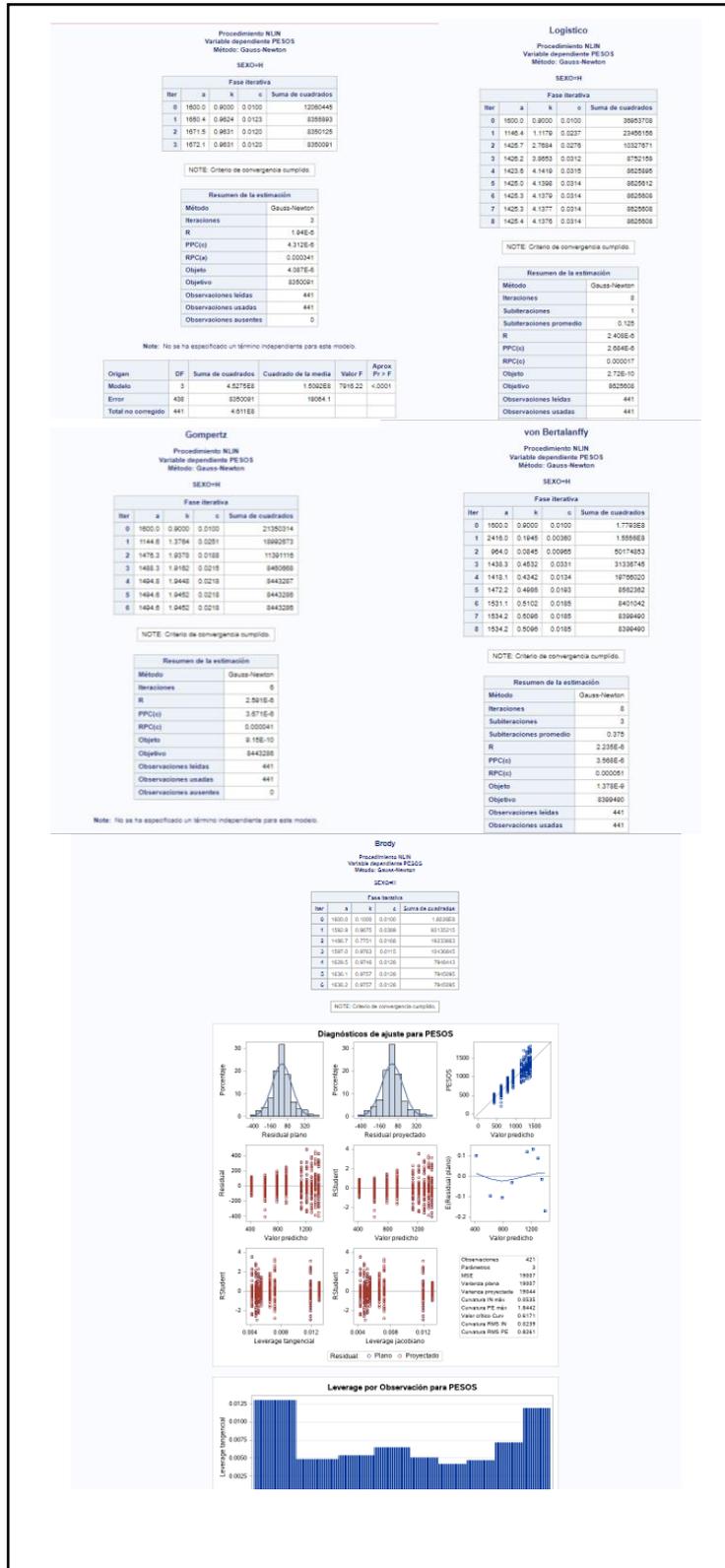
**Anexo 3.** Alimentación y pesaje de los cuyes.



**Anexo 4.** Instalación del sistema intensivo de crianza de cuyes.



# Anexo 5. Paquete estadístico SAS



## **Anexo 6.** Certificación de resumen

Lic. Jean Pierre Bustos Rodríguez  
**Profesional del idioma inglés**

### **CERTIFICA:**

Yo, Lic. Jean Pierre Bustos Rodríguez, portador de la cédula de ciudadanía 1105046591, profesional del idioma inglés, con registro en la Senescyt número **1031-2022-2452270** certifico: que la traducción al idioma inglés del resumen de tesis "***Estudio de la dinámica de crecimiento del cuy mejorado en condiciones intensivas de producción***" de autoría de la estudiante Nicoll Alejandra Rodríguez Jiménez, con cédula de ciudadanía 1105232654 corresponde al texto original en español, siendo esta una traducción textual del documento adjunto.

Loja, 16 de mayo del 2023



Firmado electrónicamente por:  
**JEAN PIERRE  
BUSTOS  
RODRIGUEZ**

Lic. Jean Pierre Bustos Rodríguez  
**Profesional del idioma inglés**